

# Holtmedrek toxikus elemtartalmának vizsgálata üledékminták alapján

Balogh Zsuzsanna<sup>1</sup>, Gyulai István<sup>1</sup>, Baranyai Edina<sup>2</sup>, Hubay Katalin<sup>3</sup>, Harangi Sándor<sup>1</sup>, Kundrát János Tamás<sup>1</sup>, Braun Mihály<sup>3</sup>, Korponai János<sup>4</sup>, Simon Edina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem, TTK., Ökológiai Tanszék, 4032. Debrecen, Egyetem tér 1.

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem, TTK., Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék, 4032. Debrecen, Egyetem tér 1.

<sup>3</sup>Magyar Tud. Akadémia Atommagkutató Intézete, Hertelendi Ede Környezetanalitikai Labor., 4026. Debrecen, Bem tér 18/C.

<sup>4</sup>Ny.-Magyarorsz. Egyetem, TTK, Földrajz és Környezettani Int., Kémia és Környezett. Tansz., 9700. Szombathely, Károlyi G. t. 4.

**Kivonat:** A holtmedrek jelenős természeti értékekkel rendelkeznek, ezért szükségszerű természetvédelmi szempontból a holtmedrek feltárása, állapotfelmérése. A holtmedrek üledékében szerves és szervetlen szennyezők akkumulálódnak, ezért az üledék kiválóan alkalmas holtmedrek állapotának felmérésére és monitorozására. Az 5 vizsgált holtmedrek közül kettő természetvédelmi oltalom alatt áll (Foltos-kerti-Holt-Tisza, Boroszló-kerti-Holt-Tisza), három pedig nem áll védelme alatt három (Gyürei-Holt-Tisza, Vargaszegi-Holt-Tisza, Lónyai-morotva). Vizsgálataink során a toxikus elemek (Al, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Sr, Zn) koncentrációját mértük felszíni lágy üledékből mikrohullámú plazma atomemissziós spektrométerrel (MP-AES). Főkomponens-analízissel (PCA) a felszíni üledékben mért toxikus fémek koncentrációja alapján a vizsgált holtmedrek teljes mértékben elkülönülnek egymástól. Az antropogén tevékenységtől mentes Boroszló-kerti- és a Foltos-kerti-Holt-Tisza között tapasztaltunk kisebb átfedést. Míg az antropogén tevékenységgel terhelt Lónyai-morotva a Vargaszegi-Holt-Tiszával mutat hasonlóságot. A toxikus elemek közül a Cu, Pb, Zn, Al, Fe, Mn és Sr koncentrációban tapasztaltunk szignifikáns különbséget az egyes holtmedrek között. Szignifikánsan magasabb Cu és Fe koncentrációval jellemezhető a Vargaszegi-Holt-Tiszában volt a legmagasabb. Az Al koncentráció a Boroszló-kerti-Holt-Tiszában, a Mn koncentráció pedig a Foltos-kerti-Holt-Tiszában volt a legmagasabb értéket. Eredményeink alapján megállapítható, hogy az általunk vizsgált holtmedrek jelentős mértékben ki vannak téve antropogén hatásnak, ugyanakkor ezen hatások monitorozására kiválóan alkalmas a felszíni üledék.

**Kulcsszavak:** Felső-Tisza vidék, nehézfém, üledék, antropogén tevékenység.

## Bevezetés

A Tisza hullámterén található különböző korú, feltöltődési állapotú és szukcessziós stádiumú holtmedrek jelentős része európai viszonylatban is ritka, természetközeli állapotú vizes élőhelyek maradványai közé tartoznak (Varga et al. 2007). Az állóvizek élőhelyként szolgálnak számos állat- és növényfaj számára, melyek között több védett élőlény is helyet foglal. Ezek a holtmedrek jelenős természeti értékekkel rendelkeznek, ezért szükségszerű természetvédelmi szempontból a holtmedrek feltárása, állapotfelmérése.

A holtmedrek jelentős része antropogén tevékenység alatt áll, ezért a holtmedrek szukcessziója mellett szükséges az üledék mintákban található szervetlen szennyezők vizsgálata. A holtmedrek üledéke kiválóan alkalmas, mind szerves, mind szervetlen szennyezők akkumulálására (Bentivegna et al. 2004). Ezért az üledék kiválóan alkalmas holtmedrek állapotának felmérésére, monitorozására (Tracey et al. 1996). Ugyanakkor az üledékpuferelő hatásának köszönhetően jelentős mértékben csökkentheti az antropogén hatásra bekövetkező szennyezések mértékét, mely a vízi élővilágra káros hatással van (Kim et al. 2007).

## Anyag és módszer

A vizsgált holtmedreket a Felső-Tisza vidékén választottuk ki. A holtmedrek kiválasztásánál fontos szempont volt az elhelyezkedésük, antropogén hatásoknak való kitettségük, vízutánpótlásuk. A kiválasztott holtmedrek közül kettő természetvédelmi oltalom alatt áll (Boroszló-kerti-Holt-Tisza (22°24'41", 48°05'10"), Foltos-kerti-Holt-Tisza (22°23'02", 48°06'01")) ezáltal feltehetőleg nincsenek kitéve káros emberi tevékenységnek. A Gyürei-Holt-Tisza (22°15'58.93", 48°11'03.88"), Vargaszegi-Holt-Tisza (22°56'10.25", 48°10'34.76") Lónyai-morotva (22°15'46.32", 48°18'48.9") esetében viszont jelentős antropogén tevékenységgel kell számolni (Lukács et al. 2009). A mintavételezés 2013 júniusában történt a holtmedrek mederfenekét borító lágy üledékből. A mintavételezés során a holtmedrek méretétől és a növényzetétől függően 7-11 mintavételi pontot jelöltünk ki (Foltos -kerti Holt-Tiszából: N = 7, Boroszló-kerti Holt-Tiszából N = 11, Gyürei-Holt-Tiszából N = 7, Vargaszegi-Holt-Tiszából N = 7, Lónyai-morotva: N = 9). A mintavétel core mintavételezés történt és vizsgálatainkhoz az üledék felső 2 cm-t használtuk. A laboratóriumi minta feldolgozás során a mintákat szobahőmérsékleten légszárazra szárítottuk. A légszáraz mintákat achát mozsár segítségével porítottuk,

majd 0,2 g mintát egy napon keresztül 105 °C-on szárítószekrénybe helyeztük, majd visszamérést követően a minták száraz tömegét megállapítottuk. A mintákhoz 13 ml 65 % (m/m) salétromsavat adtunk, három részletben (4 ml, 4 ml, 5 ml) és több órán keresztül 80 °C-on, főzőpohárban roncoltuk. A száraz bepárlásokat követően a kihűlt mintákhoz 5 ml ioncserélt vizet és 1 ml 30 % (m/m) hidrogén-peroxidot adtunk. Majd a szintén szárazra párolt mintákat 10 ml 1 % (m/m) salétromsavval oldatba vittük. A minták elemösszetételének meghatározásához Mikrohullámú Plazma Atomemissziós Spektrometriát (MP-AES 4100, Agilent Technologies) alkalmaztunk. A következő toxikus elemek koncentrációját határoztuk meg felszíni lágy üledékből: Al, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Sr, Zn, Ba.

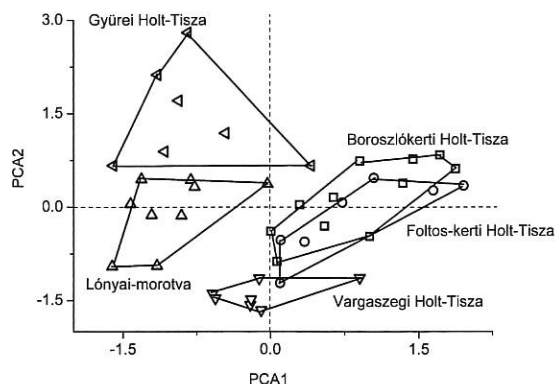
A statisztikai értékelést SPSS/PC+ és Canoco programcsomagokkal végeztük. A varianciák homogenitását Levene próbával értékeltük. A különböző holtmedrek toxikus elemtartalmának elemzésére főkomponens-analízist (PCA) és egyutas ANOVA-t alkalmaztunk. Azokban az esetekben, ahol szignifikáns különbséget tapasztaltunk Tukey összehasonlító tesztet végeztünk.

## Eredmények

A felszíni üledékben mért toxikus fémek koncentrációja alapján teljes mértékben elkülönülnek egymástól a vizsgált holtmedrek főkomponens analízissel (PCA). A PCA1 42,1 %-ban, míg a PCA2 29,3 %-ban magyarázza az eredményeinket. Kisebb átfedést a Boroszló-kerti-Holt-Tisza és a Foltos-kerti-Holt-Tisza esetében tapasztaltunk, melyek természetvédelmi oltalom alatt állnak. Az antropogén tevékenységgel jellemezhető holtmedrek közül a Lónyai-morotva és Gyürei-Holt-Tisza teljes mértékben elkülönül egymástól, míg a Vargaszegi-Holt-Tisza a természetvédelmi oltalom alatt álló és antropogén tevékenységgel jellemezhető holtmedrek közé sorolható a felszíni üledék toxikus elemtartalma alapján (*1. ábra*).

Varianciaanalízist (ANOVA) alkalmazva valamennyi elem esetében szignifikáns különbséget tapasztaltunk az egyes holtmedrek között, kivéve a Ba és Cr esetében ( $p < 0.05$ ) (*1. táblázat*). A Boroszló-kerti- és Foltos-kerti-Holt-Tisza esetében az elemek többsége nem különbözött szignifikánsan. Az Al-koncentráció szignifikánsan alacsonyabb értéket mutatott a Gyürei-Holt-Tiszánál, mint a Boroszló-kerti-, Foltos-kerti, Vargaszegi-Holt-Tiszánál és Lónyai-morotvánál mért koncentrációkhoz képest. A Cu-koncentráció

alapján a Boroszló-kerti-, Foltos-kerti-Holt-Tisza között nem volt szignifikáns különbség, de a Lónyai-morotva, Vargaszegi-Holt-Tisza és Gyürei-Holt-Tisza esetében szignifikánsan alacsonyabb volt a Cu-koncentrációja. A Fe-koncentrációja a Lónyai-morotva, Vargaszegi-Holt-Tisza és Gyürei-Holt-Tisznál mutatott szignifikánsan alacsonyabb koncentrációt a Boroszló-kerti- és Foltos-kerti-Holt-Tiszához képest. A Mn a Boroszló-kerti-, Foltos-kerti- és Gyürei-Holt-Tiszánál nem mutatott szignifikáns különbséget, viszont a Lónyai-morotvánál és Vargaszegi-Holt-Tiszánál szignifikánsan alacsonyabb koncentrációban volt jelen. A holtmedrek felső lágy üledékének Pb-koncentrációja alapján nem tért el szignifikánsan egymástól a Boroszló-kerti-, Foltos-kerti-, Vargaszegi-, és Gyürei-Holt-Tisza, de ezekhez a koncentrációkhoz képest szignifikánsan magasabb koncentrációt mértünk a Lónyai-morotvánál. A Sr-koncentráció szignifikánsan magasabb a Lónyai-morotva és Gyürei-Holt-Tisza esetében a Boroszló-kerti-, Foltos-kerti, Vargaszegi-Holt-Tiszánál mért koncentrációhoz képest. A Zn esetében szignifikánsan alacsonyabb koncentrációt mértünk a Vargaszegi-Holt-Tiszánál és szignifikánsan magasabb értéket a Lónyai-morotvánál a Boroszló-kerti-, Foltos-kerti- és Gyürei-Holt-Tiszához képest (*1. táblázat*).



**1. ábra. A vizsgált holtmedrek főkomponens analízis (PCA) a felszíni üledék toxikus elemtartalma alapján. Összegzés**

A holtmedrek természetvédelmi szempontból kiemelt fontosságú élőhelyek, ezért biodiverzitásuk megóvása feltétlenül szükséges (Morken et al. 2003). A Felső-Tisza-vídedéken öt holtmeder szennyezettségét mértük fel, a felszíni üledék toxikus elemtartalma alapján. Üledékek toxikus elem tartalmára magyar határérték szabvány nincs megállapítva, ezért referenciának a két természetvédelmi oltalom alatt álló holtmedret jelöltük ki (Boroszló-kerti és Foltos-kerti Holt-Tisza), viszont az EPA (Environmental Protection Agency) üledékre vonatkozó javasolt határértékei alapján az általunk vizsgált öt holtmeder toxikus elemtartalomra nézve a közepesen és erősen szennyezett tartományba esnek (Baudou et al. 1990).

A főkomponens-analízissel megállapítottuk, hogy a holtmedrek teljesen elkülönülnek egymástól a toxikus fémek koncentrációja alapján. Bizonyos elemek esetében (Cu, Al,

Fe, Mn) magasabb koncentrációt tapasztaltunk a Boroszló-kerti- és Foltos-kerti-Holt-Tisza felszíni üledékében. Az antropogén hatásoknak kitett holtmedrek üledékében a Pb, Zn és Sr esetében mértünk szignifikánsan magasabb koncentrációkat. A folyón levonuló szennyezések oldott állapotban (Szabó et al. 2009) vagy finom szemcsés szilárd részecskékhez kötötten szállítódnak és akkumulálódnak az üledékben (Bábek et al. 2008). Árterek talajának nehézfém szennyezettségéről már több tanulmány is készült. Szabó et al. (2009) a Boroszló-kerti-Holt-Tisza hullámtérén és mentett ártérén végzett összehasonlító talajvizsgálatai alapján megállapították, hogy a hullámtérén jóval magasabb koncentrációban vannak jelen a toxikus elemek, mint a mentett ártéri oldalon (például a Zn esetében: hullámtér:  $118,4 \pm 24,2$  mg/kg; mentett ártér:  $84,3 \pm 30,1$  mg/kg). Ez a különbség egyértelműen a folyóvíz üledék lerakódásából ered.

A holtmedrek toxikus elemtartalmára olyan tényezők vannak hatással, mint a vízállás, mezőgazdaságban használatos anyagok bemosódása, a szemcseméret, a földrajzi fekvés, jellemző vegetáció szerkezete (Szalai et al. 2004; Szabó et al. 2009). Összességében megállapíthatjuk, hogy az általunk vizsgált holtmedrek jelentős mértékben ki vannak téve antropogén hatásnak, ugyanakkor ezen hatások monitorozására kiválóan alkalmas a felszíni üledék.

#### Köszönetnyilvánítás

A munka megvalósulását a Debreceni Egyetem TEK egyetemi pályázata, a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0007, és TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 pályázatok támogatták. Simon Edina köszöni a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj és a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0043 pályázat támogatását. Baranyai Edina és Gyulai István publikációt megalapozó kutatása a TÁMOP 4.2.4.A/1-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

#### Irodalom

- Bábek, O., Hilscherová, K., Nehyba, S., Zeman, J., Famera, M., Francu, J., Holubek, I., Machát, Klánová, J. 2008. Contamination history of suspended river sediments accumulated in oxbow lakes over the last 25 years Morava River (Danube catchment area), (Czech Republic). *J Soils Sediments* 8:165–176.
- Baudou, R., Muntau, H. 1990. Lesser known in-place pollutants and diffuse source problems. In: Baudou R., Giesy J., Muntau H. 77777 (szerk.): *Sediments: Chemistry and Toxicity of In-Place Pollutants*. CRC Press, Boca Raton, Florida, p. 7.
- Bentia, C. S., Alfano, J.E., Bugel, S.M., Czechowicz, K. 2004. Influence of Sediment Characteristics on Heavy Metal Toxicity in an Urban Marsh. *Urban Habitats*, 2: 91–111.
- Lukács, B.A., Dévai, Gy. and Tóthmérész, B. 2009. Aquatic macrophytes as bio-indicators of water chemistry in nutrient rich backwaters along the Upper-Tisza river (in Hungary). *Phytocoenologia* 39: 1–7. Morken, I., Mathias Kondolf, G. 2003. Evolution Assessment and Conservation Strategies for Sacramento River Oxbow Habitats. A Report to The Nature Conservancy, Sacramento River Project 2-50.
- Szabó, Sz., Gosztönyi, Gy., Juhos, K. 2009. Az üledék nehézfém-tartalmának statisztikai elemzése a Felső-Tisza hullámtérén. *Hidrológiai Közl.* 89 (1): 50–54.
- Szalai, Z., Varga, I., Balogh, Di Gléria, M., Németh, T. 2004. A mikrokörnyezeti hatások szerepe a felvehető nyomelem-tartalmának alakításában. A magyar földrajz kurrens eredményei: II. Magyar Földrajzi Konferencia (Szeged, SZTE TTK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék) pp. 1–5.
- Tracey, B., Lee, N., Card, V. 1996. Sediment indicators of meromixis: comparison of laminations, diatoms, and sediment chemistry in Brownie Lake, Minneapolis, (USA). *Journal of Paleolimnology* 15: 129–132.
- Varga, K., Dévai, Gy., and Tóthmérész, B. 2013. Land use history of a floodplain area during the last 200 years in the Upper-Tisza Region (Hungary). *Regional Environmental Change* 13: 1109–1118 <http://www.epa.gov/>

#### Impacts of anthropogenic activities on toxic element contents of oxbows

Balogh, Zs.<sup>1</sup>, Gyulai, I.<sup>1</sup>, Baranyai, E.<sup>2</sup>, Hubay, K.<sup>3</sup>, Harangi, S.<sup>1</sup>, Kundrát, J. T.<sup>1</sup>, Braun, M.<sup>3</sup>, Korponai, J.<sup>4</sup>, Simon, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Ecology, Institute of Biology and Ecology, Faculty of Natural Science, University of Debrecen, Egyetem tér 1, H-4032. Debrecen, Hungary

<sup>2</sup>Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Institute of Chemistry, Faculty of Natural Sciences, University of Debrecen, Egyetem tér 1, H-4032. Debrecen, Hungary

<sup>3</sup>Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences, Herteleni Laboratory of Environmental Studies, 4026. Debrecen, Bem tér 18/C

<sup>4</sup>Department of Chemistry and Environmental Science, Institute of Geography and Environmental Sciences, Faculty of Natural Sciences, University of West Hungary, Károlyi Gáspár tér 4, 9700. Szombathely, Hungary

**Abstract:** The oxbows of the Upper Tisza region in Hungary are unique natural wetlands in Europe. The aim of our study was the analysis of toxic element contents of surface sediment. The following five oxbows were studied in the Upper Tisza Region: Boroszló-kerti-Holt-Tisza, Foltos-kerti-Holt-Tisza, Gyürei-Holt-Tisza, Vargaszegi-Holt-Tisza, Lónyai-morotva. The first two oxbows are protected, while the last three oxbows are under anthropogenic influence. The surface sediment samples were collected with core sampling set in June in 2013. The toxic elements contents were measured with MP-AES and the following elements were analysed: Cu, Pb, Zn, Al, Fe, Mn and Sr. Based on the results of principal component analysis (PCA) oxbows are separated from each other. Significantly higher Cu and Fe concentration was found in the Foltos-kerti- and in the Boroszló-kerti-Holt-Tisza than in other oxbows. While, the Zn and Pb concentration was the highest in the Lónyai-morotva, and the Sr concentration was the highest in the Vargaszegi-Holt-Tisza. The Al concentration in the Boroszló-kerti-Holt-Tisza, while the Mn concentration in the Foltos-kerti-Holt-Tisza was the highest. In summary, our results demonstrated that the anthropogenic activities have significant effects on the toxic elements contents of the studied and the sediment is suitable for monitoring these effects because it accumulates toxic elements.

**Keywords:** Upper Tisza region, heavy metal, sediment.

. táblázat. A toxikus elemek koncentrációja (átlag  $\pm$  SD) vizsgált holtmedrek lágy üledékében.

	Foltos-kerti-Holt-Tisza	Lónyai-morotva	Vargaszegi-Holt-Tisza	Gyürei-Holt-Tisza		
		260 $\pm$ 22 <sup>ac</sup>	259 $\pm$ 32 <sup>ac</sup>	239 $\pm$ 31 <sup>bc</sup>		
Ba (mg/kg)	2206 $\pm$ 276 <sup>a</sup>		2080 $\pm$ 293 <sup>a</sup>	2005 $\pm$ 154 <sup>a</sup>	1964 $\pm$ 312 <sup>a</sup>	1863 $\pm$ 396 <sup>a</sup>
Fe (g/kg)	744 $\pm$ 74 <sup>a</sup>		683 $\pm$ 65 <sup>ac</sup>	566 $\pm$ 35 <sup>b</sup>	613 $\pm$ 102 <sup>bc</sup>	562 $\pm$ 89 <sup>b</sup>
Cr (mg/kg)	78 $\pm$ 5,3 <sup>a</sup>		77 $\pm$ 3,6 <sup>a</sup>	79 $\pm$ 3,7 <sup>a</sup>	74 $\pm$ 6,5 <sup>a</sup>	75 $\pm$ 10 <sup>a</sup>
Cu (mg/kg)	70 $\pm$ 13 <sup>a</sup>		62 $\pm$ 6,9 <sup>ab</sup>	55 $\pm$ 3,4 <sup>b</sup>	55 $\pm$ 9,3 <sup>b</sup>	48 $\pm$ 6,9 <sup>bc</sup>
Mn (g/kg)	20 $\pm$ 6,0 <sup>a</sup>		21 $\pm$ 7,1 <sup>a</sup>	11 $\pm$ 2,7 <sup>bc</sup>	11 $\pm$ 4,2 <sup>bd</sup>	14 $\pm$ 5,2 <sup>acd</sup>
Pb (mg/kg)	75 $\pm$ 13 <sup>a</sup>		83 $\pm$ 26 <sup>ab</sup>	104 $\pm$ 13 <sup>bc</sup>	82 $\pm$ 33 <sup>ab</sup>	95 $\pm$ 5,3 <sup>ac</sup>
	344 $\pm$ 38 <sup>a</sup>	317 $\pm$ 45 <sup>a</sup>	418 $\pm$ 58 <sup>b</sup>	284 $\pm$ 31 <sup>a</sup>	490 $\pm$ 108 <sup>b</sup>	